

各種岩石、鉱物および粘土の研磨薄片製作法

麻 田 齊

岡山大学温泉研究所，温泉地質学部門
(1977年12月27日受付)

1. ま え が き

筆者は昭和30年8月以来，岡山大学温泉研究所温泉地質学部門において，岩石，鉱物，粘土および高温，高压装置による人工鉱物など多種多様な薄片の製作に従事して来た。

近年，各大学，研究所などで，X線マイクロアナライザーによる，岩石，鉱物，粘土等の研究がさかんになるとともに，その目的にかなった研磨薄片を作ることが必要とされる様になって来た。

当温泉研究所，温泉地質学部門においても，多種多様な研磨薄片の依頼が数多くある。

筆者は多年の経験にもとづき，EPMA 用研磨薄片の作製方法について，いくつかの改良，工夫をくわえ，つくり易さ，研磨面の平滑さの向上といった点ですぐれた結果を得たので報告する。

2. 従来の方法

これまで，研磨薄片の作製は，光学顕微鏡観察用薄片を作る従来通りの方法に，二，三の改良をくわえておこなわれて来た。

その改良点をあげれば

1) 接着剤として，レークサイトセメントより強力な熱にも強い，エポキシ樹脂系接着剤（例えば，エポセメント*，セメダインスーパー**，アラルダイト***，など）を使用する。

2) 研磨材グリーンカーボラダム3000番で仕上げたあと，ダイヤモンドペースト，A，B，C，を使用し，平滑面を出す。その際，仕上りの厚さを通常の薄片より厚目にする，などである。

この様に従来の方法は薄片化した試料を，ダイヤモンド研磨して平滑にするのが手順であった。しかし，この方法では，薄片化してから研磨を行うために，

1) 試料の研磨板への吸着，

2) 指による試料の平坦な保持の難しさ，などが生じ，ダイヤモンド研磨による最終仕上げが，作業としてきわめて困難をとまなう事になり，研磨の不十分や試料の破損が生じ易かった。これらの欠点は以下にのべる反転接着法によって，とりのぞく事が出来，かつ，もっとも好い結果をうる事が出来る。

この反転接着法による研磨を用いれば，軟弱な粘土鉱物や，鉱物粉末，微小試料などの研磨薄片を作る事も容易である。

3. 反転接着法による研磨薄片の作製

1) 試料の切りとりと研磨 岩石試料を切りとる大きさ，研磨方法は従来と同様であるが，筆者は，ダイヤモンド研磨の前に以下の研磨を加えている。3000番の研磨材グリーンカーボラダムを用いメノー板上で手磨*仮仕上げをしたのち，湿式エメリー研磨紙1500番をはった試料準備研磨機（丸本製）を使用しさらに研磨を行う。この湿式研磨紙による方法は，従来の様なアルミナを使用した方法にくらべ，試料中の硬さのことなる鉱物間における磨きの差が比較的少ない点で優れている。例えば，花崗岩では5~7分位で十分な光沢が生じ，かつ研磨キズも浅く少ない。その他の岩石種でもほぼ同様である（図版I）。光沢の出た時点で，研究者の目的鉱物を岩石片中央になる様に岩石片の成形を行う（この段階では，鉱物組織が観察しやすくなっている）。

以上の準備研磨をおわって，ダイヤモンド研磨にうつる。ダイヤモンドペーストは，Aをはじめに，次にB，Cとかえて研磨する。

その際DPクロスも必ずとりかえる必要がある。

仕上りは反射顕微鏡で観察して決めるが，物によりBで仕上げる場合もある。

2) 貼付け レークサイドセメントを使用して，仕上った岩石片を，スライドグラスに貼り付ける。この場合焼きすぎない様に注意する（焼きすぎると接着力が低

* 地科学社 KK 製，** セメダイン KK 製，*** アラルダイト KK 製，

* 手磨き時間は試料によりことなるが，花崗岩など硬い岩石の場合10分~15分まで，火山岩などで5分~10分程度が適当である。

下する)。

また、気泡に注意しながら貼り付ける事が必要で、もし気泡が残れば薄片が仕上がる前にその部分から剥離する原因となる。

3) 2次切断及び薄片化 レークサイドセメントで接着した岩石試料を、ダイヤモンドカッターで薄切りにする。この工程をかりに試料の2次切断とよぶ。

この2次切断では、スライドグラスサッカー*を使用し試料の厚さが2mm程度になる様に薄く切りとる。レークサイドセメントを焼きすぎると、この2次切断の時において剥離しやすい。

剥離をふせぐ方法としては、切断の際、スライドグラスサッカーにスライドグラス面でなく、岩石片の荒研磨面を合わす方がよい。この様にすれば切断時に接着面に

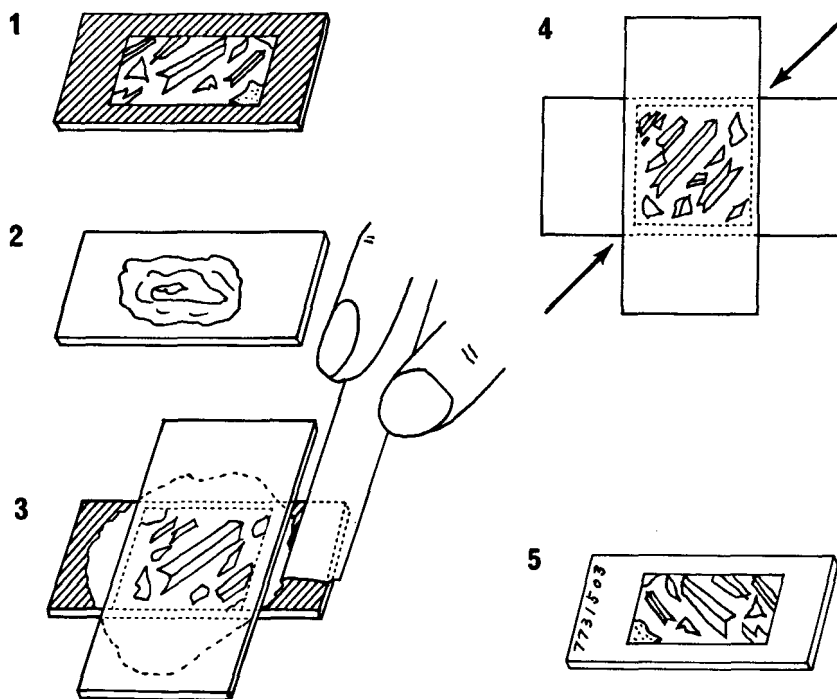
強い力がかからず剥離の危険が少ない。

通常の方法によりすりへらし、メノー板上で3000番の研磨材グリーンカーボランダムを用いて仕上げる。透過顕微鏡観察で厚さを吟味する。

4) 2次接着 仕上った試料薄片は、試料をとりかこむ、スライドグラスの空白部分に自動車用ワックス又はワセリン等を薄くぬる(図1-1参照)。この際、ワックス等を試料面に付けずに注意が必要である。

新しい別のガラスに強力接着剤を塗布し、試料薄片と新しいガラスを十字型になる様に対向させて接着する(図1-2,3参照)。はみだした接着剤は、鉄べらなどで取り除いておく。この過程を仮に2次接着とよぶ。

5) 乾燥 接着した試料を、40-50℃に保った自動恒温槽に入れ乾燥させる。2,3時間で接着剤は硬化する



第1図 反転接着法の手順

1. ダイヤモンドペースト研磨で仕上げた試料を、レークサイドセメントでスライドグラスに接着する。カッターで薄切りした後、通常の薄片よりやや厚目に仕上げる。試料以外の部分(斜線部)に自動車ワックスかワセリンを塗る。
2. 別の新しいスライドグラスに強力接着剤を塗る。
3. 両者を十字に対向させて貼り付ける。余分な接着剤をけずり、恒温槽中で硬化させる。
4. 約10分間、冷凍室で凍らした後、とり出し、矢印の部分、カミソリの刃等ではがす。
5. 灯油7, アルコール3の混合液でレークサイドセメントを洗い落す。

* スライドグラスサッカーは岩石片をアスピレーターで吸着させる装置で、岩本鉱産物商会製のものである。

(室温では12時間以上かかるので、能率よくするためには、恒温槽での硬化が望ましい。)

6) 冷凍反転 接着剤の硬化した薄片を乾燥器から取り出し冷蔵庫などの冷凍室に入れる。約10分後に取り出し、安全カミソリの刃などで十字型に貼ってある2枚のスライドガラスをはがす(図1-4参照)。

十分に冷却され、はみだし接着剤がきれいに取り除いていれば、レークサイドセメント面からきれいにはずれ*最初の研磨面があらわれる。

研磨面上の、レークサイドセメントを拭き取るには、灯油7、アルコール3の混合液を用い、筆で洗いおとす。また、試料面からはみだした接着剤は安全カミソリで取り除き、最後に試料面を柔らかい、セーム皮で磨き総仕上とする(図版I, II)。

4. 粘土鉱物の研磨薄片

従来、粘土鉱物薄片製作は、カナダバルサムなどで固化して薄片を作り、岩石薄片同様に偏光顕微鏡で観察した。この方法は薄片の作製に長時間を必要とし、しかも粘土鉱物組織中にバルサムの浸透が悪く研磨作業の過程でバルサムの浸透不十分の部分の粘土が水に溶けだしたりする。また、粘土が溶け出すのを防ぐため灯油を用いようとしてもバルサムが灯油に溶けるので、灯油を使用する事が出来ない。

以上の難点を除くために、筆者は、シアノボンド(瞬間接着剤)によって試料を固化させる方法を採用している。

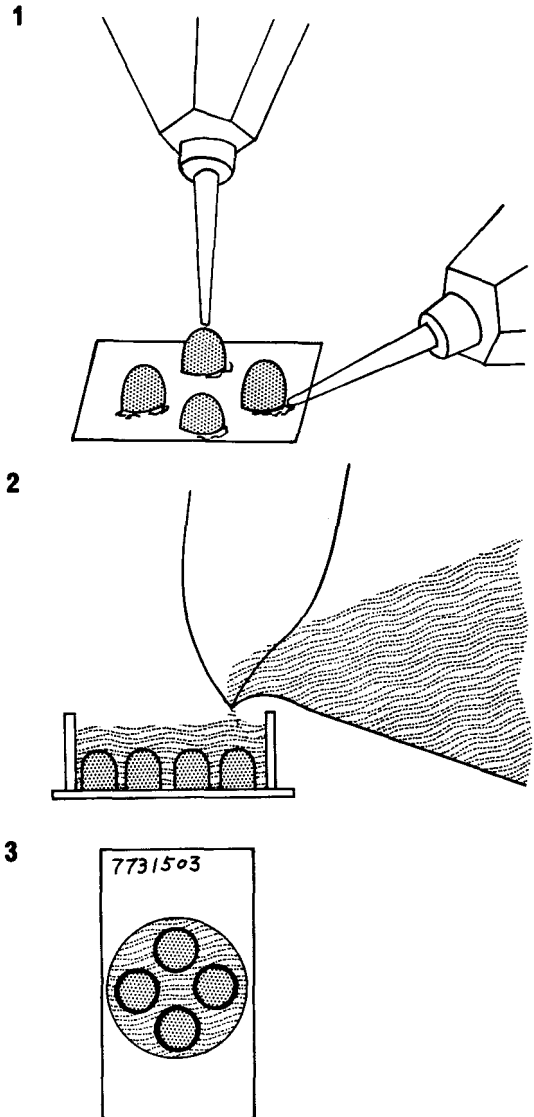
この方法は、薄片の製作を容易にし、また、観察、EPMA 用分析にとっても、好結果を得ている。

1) シアノボンドによる試料の固化 室温で数日かけて乾燥させた粘土を、鐵切ノコで適当な大きさに成形し、メッシュのこまかいサンドペーパーである程度の平面を出す。ハケやブローアなどで粘土の粉末を取り除き、シアノボンドを片面ずつ、両面に浸透させ、その乾燥をまつ。乾燥後、同様の事を2、3度くりかえすと粘土は硬化し水にも溶けなくなる。以後は(2-1)の手順と同様である。その他、粘土鉱物の場合にとくに注意しなければならない点は以下のとおりである。

- 2) 普通岩石薄片よりも厚め仕上。
- 3) 洗浄は、灯油6、キシロール4の混合液。
- 4) 粘土薄片の洗浄は手早く行う(ものによっては膨脹して凹凸が出来る危険がある)。

5. 粉末試料の固化と埋込方法

粉末試料はそのままでは、研磨は出来ないため、合成樹脂やベークライト樹脂等を用いて埋込固化して研磨を



第2図 微粉末試料の研磨薄片をつくる手順

1. カバークラス上に小豆半分大に試料をもり、その根元に瞬間接着剤を一滴しみこまず、つぎに上部に一滴たらし、ガラス板をわずかに振動させる。
2. リングをおき、リゴラック(ポリエステル系)樹脂をながしこみ、固化させる。
3. 仕上り状態

* レークサイドセメントで接着した面は、熱してもはがれるがこの場合凹凸などの変形が生じ易いので行なわないのがよい。とくに粘土鉱物など軟弱な試料の場合は不適である。

行うが、従来の方法でも粗粒試料の場合には別段に困難ではなく研磨薄片を作る事は出来る。しかし、細粒の粉末試料の場合には困難で、仕上がった研磨薄片も良質のものが少ない状態であった。

粉末試料の粒間に気泡が数多く出来るため、樹脂の固化強度が低下し研磨中に試料の脱落がおこり、仕上がった薄片中に試料の残りが十分でなく、顕微鏡観察にもよくない事が多くあった。この様な難点を除くために以下の様な方法が有効である。

1) 小豆半分大の量の水洗し乾燥させた粉末試料をカバーガラス上に山型にもり、試料の下部(カバーガラス面)にシアノボンドを1滴たらす。接着剤は粉末試料の上部へと滲透して、試料の固化がはじまる。そこで、こんどは試料上部から接着剤を1滴たらし、その時に、カバーガラスをわずかに震動させる。こうする事で、試料粒間の空気をかなり追い出す事が出来、試料は山型の状態で硬化する。

2) つぎの試料(別種)を同様な手順で同一カバーガラス上に硬化させる。こうして、1枚のカバーガラス上に最高4個までの試料をのせる事が出来る(図2-1)。

3) 内径2.5cm、高さ1.5cm程度の円筒形リング(真ちゅう又はガラス管)の中央に2)の硬化した、試料をおき合成樹脂、リゴラック(ポリエステル系)を流し込み、樹脂の硬化をまつ。その際、リングの内側にワセリンを薄くぬり、リングと樹脂が接着しない様にする必要がある。カバーガラスも一緒にすりへらし、試料面を作る。

4) この方法は1枚の研磨薄片で4個までの試料が作れ能率向上であり、従来の難点であった気泡の問題も少なくなった。この方法を用いる場合、硬度、へき開の程度などが出来るだけ、類似した試料を1枚の薄片中に作る必要がある。性質の著しくことなる試料を同一薄片に作ろうとすると、薄片が薄くなった時に、1個の試料は薄く、他は厚い、という事が生じやすい。

こうした点に注意すれば、この方法は、1枚の薄片で4個の試料が研磨でき、分析も同時に行う事ができるので、研究者には、分析時間の短縮にもなる。

5. む す び

近年、各種良質で強力な接着剤や合成樹脂、簡便な機械等が数多く開発され、薄片製作者には能率向上にやくだっている。この様な新しい研磨剤や器具を使用した反転接着法による研磨薄片の作り方を紹介した。

その要点は

1) エメリー湿式研磨紙による予備研磨を導入し、ダイヤモンドペーストによる研磨で十分な平滑面が出せる様にしたこと。

2) 岩石片のままで仕上げるため研磨作業が容易であること。

3) 冷凍による反転接着をおこない、反転時の薄片の損壊をなくした事などである。

問題としては、

1) 永い期間保存した研磨薄片の表面が鱗状に細かくヒビ割れる場合があること。

2) 粘土などの場合、研磨材が試料中に埋没して、洗浄してもとりきれない場合があること、などがあり、今後さらに研究が必要である。

謝辞、この本稿をまとめるにあたり、岡山大学温泉研究所・温泉地質学部門、田崎耕市先生には、草稿から校閲に終始適切な御助言、御指導をいただいた。秋田大学鉱山学部・加納博先生から研磨薄片の準備研磨、エメリー紙による方法の御指導を賜った。通産省地質調査所・宮本昭正技官から研磨技術の助言を受けた。顕微鏡写真及び図版では温泉地質学部門・山浦裕子氏にお世話になった。日本岩石鉱物特殊技術研究会の諸兄には技術指導を受けた。以上の方々に深く感謝申し上げる。

文 献

藤本アヤ子(1976), スカルン鉱物のEPMA用研磨薄片製作について, (岩鉱特殊技, 演旨)。

——(1977), 珪灰石および輝石のEPMA用研磨薄片製作について, (岩鉱特殊技, 演旨)。

平岩五十鈴, 興語節生, (1971), 岩石薄片製作のための岩石処理方法の問題点, 名古屋地学, 第28-29号。

日野 功(1971), 脱落する結晶鉱物の問題点について, (岩鉱特殊技, 演旨)。

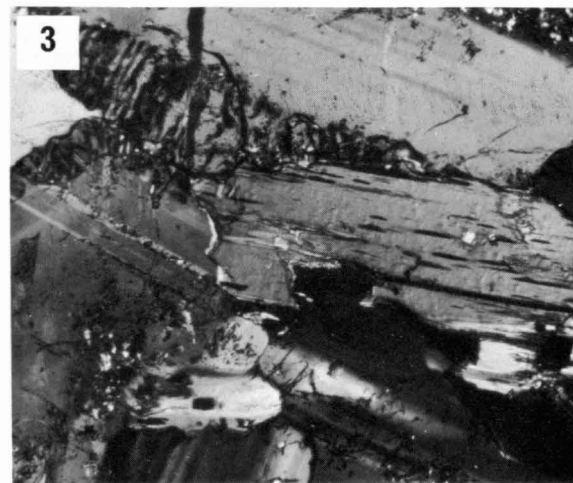
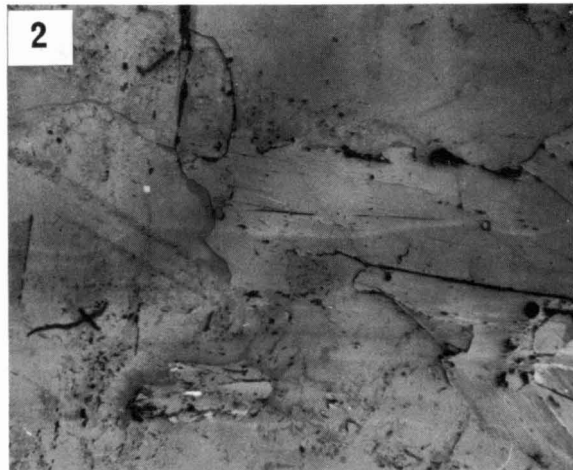
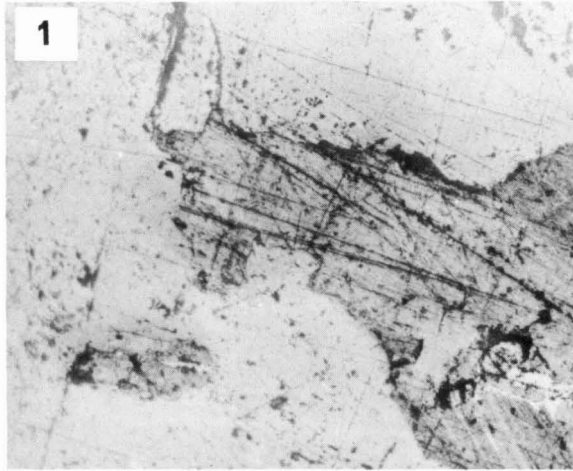
日野善太郎, 宮本昭正(1968), やさしい岩石鉱物薄片の作り方, 地殻, 10周年記念号, 76-83。

斉藤清二(1968), ロームおよび土壌の薄片製作について, 地殻, 10周年記念号, 41-52。

SOME IMPROVEMENTS IN MAKING OF POLISHED THIN SECTION

by Hitoshi ASADA *Division of Geology, Institute for Thermal Spring Research, Okayama University*

Abstract Making of polished thin section is improved by application of overturn pasting and grinding by rounding wet emery cloth.



図版説明

図版Ⅰ 研磨薄片（細粒黒雲母花こう岩）の反射顕微鏡写真

1. 3000番研磨材で仕上げた後，エメリー紙による予備研磨をほどこした試料表面．研磨による条痕が多数みとめられるが，長石類はかなり平滑になっている．

2. ダイヤモンド・ペーストで研磨した後，反転接着で仕上げた研磨薄片の反射顕微鏡写真．鉱物間の境界および，深い割目以外は，平滑になっている．

3. 透過光による偏光顕微鏡写真

図版Ⅱ 各種岩石の研磨薄片の顕微鏡写真

1a カンラン石玄武岩の反射顕微鏡写真，白く光っているのは磁鉄鉱で，やや明るい部分はカンラン石．暗黒部は割れ目．

1b 同左の透過偏光顕微鏡写真

2a かんらん岩ノジュールの反射顕微鏡写真

2b 同左の透過偏光顕微鏡写真

3a 火山灰粘土の反射顕微鏡写真
角閃石や斜長石などの斑晶はよく研磨されている．アロフェン質粘土になっている火山ガラスの部分も不十分ながら研磨されている．

3b 同左の透過偏光顕微鏡写真

